

Klimaphysik

Übungsblatt II

Vorlesung: PD. Dr. M. Kleinmann
Übungen: K. Hansenne

Ausgabe: Dienstag, 25.04.2023
Abgabe: Dienstag, 02.05.2023

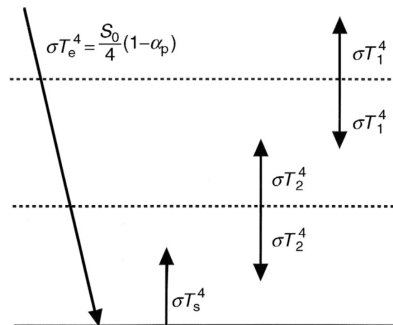
1. Ringwelt (20 + 10)

Stellen Sie sich eine künstliche Welt vor, die aus einem riesigen kreisförmigen Band aus starkem Material besteht, das einen Stern umkreist. Die Breite des Bandes ist viel größer als die Dicke des Bandes, jedoch wesentlich geringer als der Abstand des Bandes vom Stern.

- Wie hoch ist die Emissionstemperatur der sonnenbeschienenen Seite des Rings, wenn der Radius des Rings gleich dem mittleren Radius der Erdumlaufbahn um die Sonne ist ($R_S = 149,6 \cdot 10^6$ km), die Leuchtkraft $L_S = 3,83 \cdot 10^{26}$ W und die Albedo des Bandes 29% beträgt? Betrachten Sie sowohl den Fall, in dem die Wärme sehr effizient von der sonnenbeschienenen zur dunklen Seite des Bandes geleitet wird, als auch den Fall, in dem keine Wärme von der sonnenbeschienenen zur dunklen Seite des Bandes geleitet wird.
- Erklären Sie, warum sich die Emissionstemperatur von der der Erde unterscheidet.

2. Zwei-Schichten-Modell (10+10+5)

Die folgende Abbildung zeigt ein einfaches Zweischichten-Strahlungsgleichgewichtsmodell für das System Atmosphäre-Erde.



- Schreiben Sie die Energiebilanz der Schicht 1, der Schicht 2 und des Bodens auf.
- Berechnen Sie die unterschiedlichen Temperaturen in Schicht 1, Schicht 2 und am Boden. Zur Erinnerung: $S_0 = 1360$ W \cdot m $^{-2}$ und $\alpha_p = 29\%$.
- Die Bodentemperatur ist immer noch zu hoch. Welches Phänomen könnten Sie hinzufügen, um die Temperatur zu senken?

3. Extinktion (5+5+10)

Betrachten Sie eine mit Wasser gefüllte Spektralphotometerküvette der Länge $l = 10$ mm. Auf diese Küvette wird ein Laser mit einer Leistung von 10 mW und einer Wellenlänge von 980 nm gestrahlt. Bei dieser Wellenlänge liegt der Extinktionskoeffizient K bei $0,45$ cm $^{-1}$.

- Wie viel Licht wird durch die Küvette hindurchgelassen, wenn man davon ausgeht, dass der Extinktionskoeffizient konstant ist? Vernachlässigen Sie Reflexions- und Brechungseffekte.
- Sie stellen nun zwei Küvetten hintereinander. Wie hoch ist dann der Anteil des durchgelassenen Lichts?
- Sie mischen nun einen Farbstoff in das Wasser und messen, dass die Leistung des durchgelassenen Lichts 1,3 mW beträgt. Wie hoch ist der Extinktionskoeffizient des Farbstoffs in Wasser?